

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
24 juin 2004 (24.06.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/053740 A2

(51) Classification internationale des brevets⁷ : G06F 17/50

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2003/003564

(22) Date de dépôt international :
2 décembre 2003 (02.12.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02/15157 2 décembre 2002 (02.12.2002) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : ESI
SOFTWARE [FR/FR]; 99 rue des Solets, F-94150 Rungis
(FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : MEHREZ,
Fayçal [FR/FR]; 27 rue de Passy, F-75016 Paris (FR).
EL KHALDI, Fouad [FR/FR]; 15 rue de Saint-Cloud,

F-91540 Mennecy (FR). AHOUANGONOU, Christian
[FR/FR]; 4 Allée des Elfes, F-93370 Montfermeil (FR).
VIOSSAT, Pierre [FR/FR]; Bastide des Truyas, 370 Allée
de la Vieille Ferme, F-13540 Puyricard (FR). BOROT,
Caroline [FR/FR]; Allée Claude Monnet, 62 Lot. Les
Lavandines, F-13120 Gardanne (FR).

(74) Mandataires : BREESE, Pierre. etc.; 3 avenue de
l'Opéra, F-75001 Paris (FR).

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU,
CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GE, GH,
GM, GR, GU, HU, ID, IL, IN, JP, KE, KG, KP, KR, KZ,
LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN,
MW, MX, MY, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO,
RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (BW, GH, GM,
KE, LS, MW, MY, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet
eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: SOFTWARE FOR DIE-STAMPING MODELLING

(54) Titre : LOGICIEL DE MODELISATION D'EMBOUITISSAGE

(57) Abstract: The invention concerns a method for digital simulation of a die-stamping process comprising the following steps: recording at least one metamodel consisting of a permanent collection of digital representations of elementary components of die-stamping tools, each of said elementary components being defined in the form of finished elements, and comprising digital static attributes; recording a digital model for deforming a blank used in the process to be simulated; selecting a subassembly of said permanent collection, by temporarily recording said elementary components representing a particular die-stamping tool corresponding to the simulation concerned, said subassembly constituting a specific collection in the form of digitized finished elements of the specific collection, parameterizing said digitized finished elements of the specific collection, and the corresponding attributes based on the characteristics of the process to be simulated; recording the digital data representing the relative movements of the components of said specific collection, based on operating cycles of the die-stamping process to be simulated; recalculating the digital models for deforming the blank based on the recorded digitized data in the parameterized specific collection; of the digital model of the blank, and of the specific displacements; generating a digital or visual representation of deformations of the blank by applying said recalculated digital model.

(57) Abrégé : La présente invention se rapporte à un procédé de simulation numérique d'un processus d'emboutissage comportant les étapes consistant à : enregistrer au moins un méta-modèle constitué par une collection permanente de représentations numériques des constituants élémentaires d'outils d'emboutissage, chacun desdits constituants élémentaires étant défini sous la forme d'éléments finis, et comportant des attributs statiques numériques, enregistrer un modèle numérique de déformation d'un flan mis en oeuvre dans le processus à simuler, sélectionner un sous-ensemble de ladite collection permanente, par l'enregistrement temporaire de constituants élémentaires représentatifs d'un outil d'emboutissage particulier correspondant à la simulation considérée, ledit sous-ensemble constituant une collection spécifique sous la forme d'éléments finis numérisés, paramétrer lesdits éléments finis numérisés de la collection spécifique, ainsi que les attributs correspondant en fonction des caractéristiques du processus à simuler, enregistrer des informations numériques représentatives des déplacements relatifs des composants de ladite collection spécifique, en fonction des cycles de fonctionnement du processus d'emboutissage à simuler, recalculer les modèles numériques de déformation du flan en fonction des informations numériques enregistrées d'une part dans la collection spécifique paramétrée, du modèle numérique du flan, et des déplacements spécifiques d'autre part, générer une représentation numérique ou visuelle des déformations du flan par l'application dudit modèle numérique recalculé.

WO 2004/053740 A2



TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

4/pts

10/537367

JC20 Rec'd PCT/PTO 02 JUN 2005

LOGICIEL DE MODELISATION D'EMBOUTISSAGE

La présente invention se rapporte au domaine des logiciels de simulation des phénomènes physiques.

5 La présente invention se rapporte plus particulièrement à un logiciel de simulation de l'emboutissage.

10 L'art antérieur connaît déjà, par la demande de brevet américain US 5379227 (Ford Motor), un procédé et un système pour évaluer la conception de l'outillage du formage de feuilles de métal, pour l'utilisation avec une matrice de tirage comprenant un poinçon et une pièce liante conçus pour emboutir la feuille de métal en une

15 pièce, en utilisant des méthodes d'intégration améliorées qui réduisent l'instabilité numérique, améliorant ainsi la convergence des solutions numériques. La feuille en métal et la surface utile du poinçon sont chacune représentées comme une maille ayant une pluralité de nœuds. Les nœuds

20 de contacts entre les nœuds de la feuille en métal et les nœuds de la surface utile du poinçon peuvent être identifiés. Une première forme de réalisation inclut le fait de minimiser les discontinuités générées par la décharge en déterminant un incrément de tension d'un point échantillon dans la maille de la feuille de métal en

25 accord avec une théorie incrémentale de la plasticité au sujet de la déformation. Une deuxième forme de réalisation inclut le fait de modéliser une baguette de tirage comme une pluralité de sources élastiques non linéaires pour

30 minimiser les discontinuités de la force d'élasticité pendant la décharge. Une troisième forme de réalisation inclut le filtrage d'un vecteur de vitesse relative d'au moins un nœud de contact en ce qui concerne la surface utile du poinçon, de façon à éviter les oscillations de

35 forces de friction dues au changement de direction du

vecteur de vitesse relative pendant l'emboutissage de la pièce.

L'art antérieur connaît également, par la demande de brevet américain US 5552995 (The Trustees of
5 the Stevens Institute of Technology), un système de conception basé sur ordinateur pour concevoir une pièce, un outil pour fabriquer la pièce et un processus pour fabriquer la pièce. Le système de conception possède un processeur et une mémoire. La mémoire stocke des patrons
10 de fonctions, chaque patron de fonction étant une représentation d'un objet primitif ayant une forme et une fonction. Chaque patron de fonction est indexé par la fonction de l'objet primitif et comprend une représentation de l'entité géométrique primitive ayant la
15 forme de l'objet primitif. Chaque patron de fonction peut comprendre des informations relatives à un outil pour fabriquer l'objet primitif ou à un procédé pour fabriquer l'objet primitif. Le système de conception comprend aussi un dispositif d'entrée pour recevoir une demande pour
20 concevoir la pièce. Cette demande comprend une ou plusieurs fonction(s) prédéterminée(s) que la pièce effectue. Un module de noyau de conception, exécutable par le processeur, conçoit la pièce, l'outil pour fabriquer la pièce et le processus pour fabriquer la pièce en accédant
25 à la pluralité de patrons de fonctions dans la mémoire pour localiser un ou plusieurs objet(s) primitif(s) pour effectuer la ou les fonction(s) prédéterminée(s).

L'art antérieur connaît également, par la demande de brevet américain US 6219055 (SolidWorks), un
30 outil d'emboutissage basé sur ordinateur. Un outil d'emboutissage est fourni pour manipuler un modèle sur ordinateur, comprenant des mécanismes pour permettre à un utilisateur de définir un outil d'emboutissage pour créer une fonction d'emboutissage du modèle. Des caractéristiques
35 de l'outil d'emboutissage peuvent être définies de telle

sorte que l'outil d'emboutissage puisse être réutilisé sans qu'on ait besoin de redéfinir ses caractéristiques.

L'art antérieur connaît également une solution pour la conception d'un procédé de fabrication comportant des étapes de représentation d'une pièce de travail comme une pluralité d'éléments finis triangulaires, de représentation d'outils d'emboutissage avec des équations mathématiques qui comprennent typiquement des polynômes cubiques, de simulation de déformation de la pièce de travail par les outils d'emboutissage avec un modèle par éléments finis, le modèle par éléments finis étant intégré de façon explicite. Le procédé peut être mis en œuvre par un appareil qui comprend un dispositif à mémoire qui stocke un programme comprenant des instructions lisibles par un ordinateur, et un processeur qui exécute les instructions. Après que la déformation de la pièce de travail a été simulée par le modèle à éléments finis, les caractéristiques de la pièce de travail et des outils d'emboutissage peuvent être modifiées pour améliorer la forme finale de la pièce de travail. Après que la simulation par éléments finis a produit une forme de pièce de travail finale acceptable, une pièce de travail réelle peut être emboutie avec des outils réels basés sur la simulation.

Les logiciels de simulation d'emboutissage de l'art antérieur présentent l'inconvénient d'être pour certains limités quant à la possibilité de définir d'une manière fine le type de procédé (« process ») d'emboutissage, et pour les autres, davantage paramétrables, l'inconvénient vu du point de vue de l'utilisateur final, d'être longs et complexes à mettre en œuvre compte tenu de l'importance du paramétrage.

La présente invention entend remédier aux inconvénients de l'art antérieur en proposant un système qui permet à l'utilisateur de définir ses propres modèles

de procédé (« process ») d'emboutissage et qui permet à ce même utilisateur ou un autre, une fois un modèle de procédé d'emboutissage défini, de ne plus avoir à effectuer qu'un nombre limité de paramétrages pour le modèle de procédé
5 d'emboutissage considéré. Des méta-modèles sont définis pour générer des dialogues dédiés à la presse spécifique d'un utilisateur donné.

A cet effet, l'invention concerne dans son
10 acception la plus générale un procédé de simulation numérique d'un processus d'emboutissage comportant les étapes consistant à :

- Enregistrer au moins un méta-modèle constitué par une collection permanente de représentations
15 numériques des constituants élémentaires d'outils d'emboutissage, chacun desdits constituants élémentaires étant défini sous la forme d'éléments finis, et comportant des attributs statiques numériques,

- Enregistrer un modèle numérique de
20 déformation d'un flan mis en œuvre dans le processus à simuler,

- Sélectionner un sous-ensemble de ladite collection permanente, par l'enregistrement temporaire de constituants élémentaires représentatifs d'un
25 outil d'emboutissage particulier correspondant à la simulation considérée, ledit sous-ensemble constituant une collection spécifique sous la forme d'éléments finis numérisés,

- Paramétrer lesdits éléments finis
30 numérisés de la collection spécifique, ainsi que les attributs correspondant en fonction des caractéristiques du processus à simuler,

- Enregistrer des informations numériques représentatives des déplacements relatifs des composants de

ladite collection spécifique, en fonction des cycles de fonctionnement du processus d'emboutissage à simuler,

- Recalculer les modèles numériques de déformation du flan en fonction des informations numériques enregistrées d'une part dans la collection spécifique paramétrée, du modèle numérique du flan, et des déplacements spécifiques d'autre part,

- Générer une représentation numérique ou visuelle des déformations du flan par l'application dudit modèle numérique recalculé.

De préférence, l'étape de sélection modifie l'état des constituants élémentaires non pertinents au regard des constituants sélectionnés.

Avantageusement, le procédé comporte une étape de chargement depuis un support d'informations externe d'une partie au moins des informations de paramétrage de la collection.

Selon un mode de mise en œuvre particulier, le procédé comporte une étape de chargement depuis un support d'informations externe du modèle du flan.

Selon une variante, le procédé comporte une étape de chargement depuis un support d'informations externe de la représentation numérique dudit sous-ensemble.

Selon une autre variante, l'étape de constitution de la collection spécifique est réalisée via l'affichage d'une interface graphique et l'enregistrement des informations saisies à partir de ladite interface graphique.

De préférence, l'étape d'affichage d'une interface graphique comporte une opération de personnalisation d'une interface pré-enregistrée, cette personnalisation prenant en compte au moins pour partie les informations provenant des étapes antérieures du procédé.

Avantageusement, plusieurs niveaux d'utilisation sont définis, l'un des niveaux d'utilisation, de supervision, exigeant un paramétrage générique commun définissant en grande partie le procédé d'emboutissage
5 concerné et les autres niveaux d'utilisation, basiques, n'exigeant plus qu'un paramétrage partiel, complémentaire et spécifique bénéficiant du paramétrage préalablement effectué du niveau de supervision.

10 On comprendra mieux l'invention à l'aide de la description, faite ci-après à titre purement explicatif, d'un mode de réalisation de l'invention, en référence aux figures annexées :

- la figure 1 représente le déroulement
15 du procédé conforme à l'invention ;

- la figure 2 représente la constitution et le traitement du méta-modèle sous la forme d'un fichier informatique ;

- la figure 3 représente l'application
20 telle que vue par le superviseur ;

- la figure 4 représente l'application telle que vue par l'utilisateur final.

Le terme de « processus d'emboutissage »
25 regroupe les outils et les caractéristiques. Par ailleurs, on entend par « attribut » une caractéristique physique et numérique. La déformation est souvent appelée « mise en forme » par l'homme de l'art.

Le terme de "projet" recouvre le fichier
30 informatique complet comprenant l'ensemble des données devant être traitées par le "solveur", le résultat de ce dernier traitement constituant la simulation complète.

Le méta-modèle a la structure d'un fichier informatique, qui constitue une majeure partie du projet.
35 Comme cela est décrit sur la figure 2, ce méta-modèle est

constitué par le superviseur. Ce dernier remplit donc partiellement le projet, et laisse des champs que l'utilisateur final renseignera au moyen d'une interface graphique. L'ensemble constitué du méta-modèle et des données apportées par l'utilisateur final, constituant ainsi un projet complet, est ainsi créé et sera traité par le « solveur ». Le superviseur choisit s'il doit ou non laisser l'utilisateur final remplir un paramètre donné. Dans le cas où un paramètre est demandé à l'utilisateur final, une valeur par défaut pour ce paramètre est souvent fournie par le superviseur.

Le but de l'invention est de permettre aux utilisateurs de définir eux-mêmes la plus grande partie du processus de modélisation de l'emboutissage. Le concept de macro-commandes se divise en deux étapes distinctes :

- définir les macro-commandes conformément aux exigences du processus (effectué par le superviseur)
- appliquer les macro-commandes en renseignant un nombre restreint de paramètres. (effectué par l'utilisateur final).

Le « superviseur » est la personne qui crée l'interface graphique représentant la macro-commande, les étapes, le diagramme du processus, les groupes d'outils, les attributs du processus par défaut et les attributs qui vont être demandés à l'utilisateur final (comme représenté sur la figure 3). L'« utilisateur final » est la personne qui utilise la macro-commande définie par le superviseur, en renseignant les paramètres suivants (comme représenté sur la figure 4) : lien entre les groupes et les objets maillage, paramètres qui peuvent être modifiés pour chaque projet d'emboutissage (force de serrage, vitesse d'emboutissage, friction...). Le « groupe » est un type spécifique d'objet : flan, serre flan, matrice, poinçon... Un

groupe est défini par sa représentation dans le diagramme et des sortes d'attributs spécifiques directement accessibles dans le cadre des groupes. Du point de vue du superviseur, un groupe correspond à un objet (un composant de la presse) vu par l'utilisateur final. L'attribut est la valeur correspondante à une propriété d'un groupe (et donc à des objets) Cela peut être une friction, une direction, une courbe 2D... Une étape est une période de temps pendant laquelle chaque objet a une seule sorte de cinématique : mouvement, force. Le processus complet de simulation doit être divisé en différentes étapes, en accord avec le comportement de chaque groupe. Chaque groupe est actif, ou non-actif, durant chaque étape. Si un groupe n'est pas actif pendant une étape, ses entités (nœuds, éléments, courbes 3D) ne va pas être pris en compte par le solver durant le traitement de cette étape. Un « paramètre » est une valeur qui est commune à différents groupes et/ou qui peut être demandée à l'utilisateur lorsqu'il souhaite appliquer la macro-commande. Cela peut être une valeur flottante (friction, épaisseur), une direction, une propriété de matériau, une valeur entière (niveau de finesse, nombre de points), une courbe 2D.

Une macro-commande doit être créée par un utilisateur appelé superviseur au sein de l'application. Le superviseur n'a pas besoin de charger le projet. Lorsqu'un utilisateur charge un module de pré-processus d'un projet, il a besoin de préparer les objets et les maillages nécessaires au processus. Il accède ensuite à un bouton de la barre d'outils de macro-commande, choisit la macro-commande qu'il souhaite exécuter, règle les « paramètres d'utilisateur final » proposés par la boîte de dialogue correspondante et clique sur le bouton « Apply » (« Appliquer »). Les étapes et les attributs des objets vont alors être affectés automatiquement aux objets. Le traitement du projet peut être démarré immédiatement.

Certaines macro-commandes, comme les processus classiques (presses simple et double action...) sont préalablement fournies dans une base de données de macro-commandes. Les utilisateurs peuvent les utiliser
5 directement, les dupliquer et/ou les modifier pour les adapter à leur usage.

Dans un premier temps, nous considérerons la macro-commande du point de vue du superviseur. Une fenêtre
10 graphique permet de gérer les fonctions de création, copie et suppression relatives aux macro-commandes. Trois premiers cadres (« flan », « outils » et « paramètres ») contiennent des données qui vont être actives pendant tout le traitement : les attributs matériels du flan, la liste
15 des groupes correspondant aux outils (avec le nom de groupe, la couleur, le matériau et l'épaisseur) et la liste des paramètres des utilisateurs finaux. La liste des paramètres contient des paramètres qui ont deux objectifs : le premier est, pour le superviseur, de localiser dans un
20 endroit isolé une valeur qui va être utilisée par un ou plusieurs attribut(s) de groupes (par exemple la friction outil/flan, commune à tous les outils principaux). Cela simplifie la modification de cette valeur. Le second objectif est de déterminer quels paramètres vont être
25 demandés à l'utilisateur final. Ces paramètres peuvent être : des propriétés de matériau, la friction, l'épaisseur, la direction de l'emboutissage, la courbe de vitesse...

Le cadre principal (appelé « étapes ») permet
30 d'attribuer les attributs à chaque groupe pour chaque étape. En ce qui concerne les boutons de gestion des étapes, un bouton par étape met à jour le diagramme, les groupes actifs et les attributs. Le superviseur peut ajouter, dupliquer ou enlever des étapes. Le diagramme
35 représente les positions relatives de chaque groupe en

fonction de chaque étape. Son utilisation permet de montrer des schémas des étapes du processus, en représentant les différents outils, leur cinématique et leur état (actif ou non pendant l'étape).

5 Une boîte à outils apparaît chaque fois qu'on appelle la fenêtre d'édition de macro-commande dans le mode superviseur. Cette boîte à outils comprend quatre pages du patron du processus d'emboutissage : la page des
10 « outils », la page des « flans », la page du « comportement » et la page du « post-processus ».

Les sections « flans » et « outils » contiennent des attributs qui sont communs pour toutes les étapes (noms de groupes et couleurs, attributs de matériaux).

15 Les groupes d'emboutissage (flans, outils, post-processus, comportements) représentent le contenu des étapes. Les groupes de flans doivent avoir un véritable attribut matériel.

20 L'invention est décrite dans ce qui précède à titre d'exemple. Il est entendu que l'homme du métier est à même de réaliser différentes variantes de l'invention sans pour autant sortir du cadre du brevet.

REVENDICATIONS

1. Procédé de simulation numérique d'un processus d'emboutissage comportant les étapes consistant à :

- Enregistrer au moins un méta-modèle constitué par une collection permanente de représentations numériques des constituants élémentaires d'outils d'emboutissage, chacun desdits constituants élémentaires étant défini sous la forme d'éléments finis, et comportant des attributs statiques numériques,

- Enregistrer un modèle numérique de déformation d'un flan mis en œuvre dans le processus à simuler,

- Sélectionner un sous-ensemble de ladite collection permanente, par l'enregistrement temporaire de constituants élémentaires représentatifs d'un outil d'emboutissage particulier correspondant à la simulation considérée, ledit sous-ensemble constituant une collection spécifique sous la forme d'éléments finis numérisés,

- Paramétrer lesdits éléments finis numérisés de la collection spécifique, ainsi que les attributs correspondant en fonction des caractéristiques du processus à simuler,

- Enregistrer des informations numériques représentatives des déplacements relatifs des composants de ladite collection spécifique, en fonction des cycles de fonctionnement du processus d'emboutissage à simuler,

- Recalculer les modèles numériques de déformation du flan en fonction des informations numériques enregistrées d'une part dans la collection spécifique paramétrée, du modèle numérique du flan, et des déplacements spécifiques d'autre part,

- Générer une représentation numérique ou visuelle des déformations du flan par l'application dudit modèle numérique recalculé.

5 2. Procédé de simulation selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'étape de sélection modifie l'état des constituants élémentaires non pertinents au regard des constituants sélectionnés.

10 3. Procédé de simulation selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte une étape de chargement depuis un support d'informations externe d'une partie au moins des informations de paramétrages de la collection.

15 4. Procédé de simulation selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte une étape de chargement depuis un support d'informations externe du modèle du flan.

20 5. Procédé de simulation selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte une étape de chargement depuis un support d'informations externe de la représentation numérique dudit sous-ensemble.

25 6. Procédé de simulation selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'étape de constitution de la collection spécifique est réalisée via l'affichage d'une interface graphique et l'enregistrement des informations saisies à partir de ladite interface graphique.

30 7. Procédé de simulation selon la revendication 6 caractérisé en ce que l'étape d'affichage d'une interface graphique comporte une opération de personnalisation d'une interface pré-enregistrée, cette personnalisation prenant

en compte au moins pour partie les informations provenant des étapes antérieures du procédé.

8. Procédé de simulation selon la revendication
- 5 1 caractérisé en ce que plusieurs niveaux d'utilisation sont définis, l'un des niveaux d'utilisation, de supervision, exigeant un paramétrage générique commun définissant en grande partie le procédé d'emboutissage concerné et les autres niveaux d'utilisation, basiques,
- 10 n'exigeant plus qu'un paramétrage partiel, complémentaire et spécifique bénéficiant du paramétrage préalablement effectué du niveau de supervision.

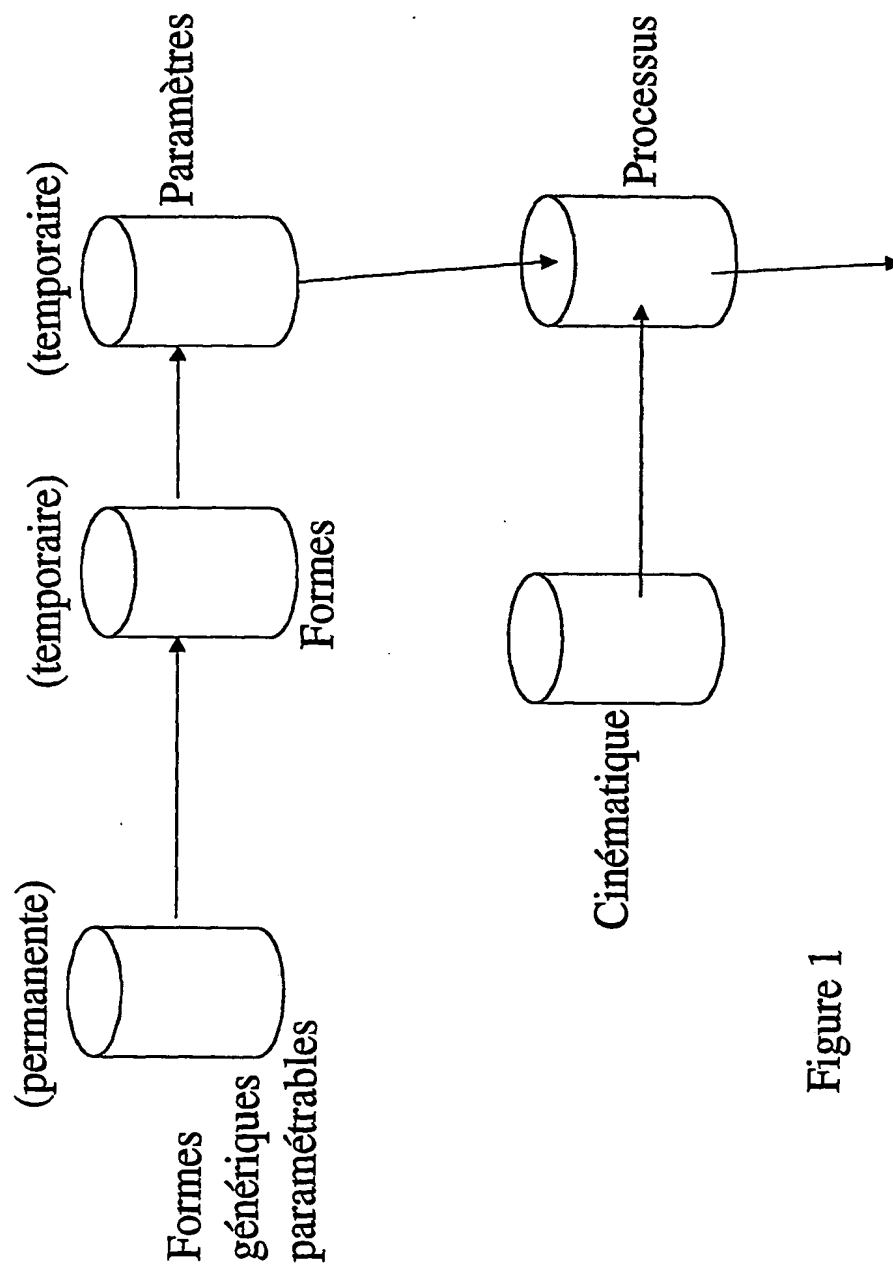
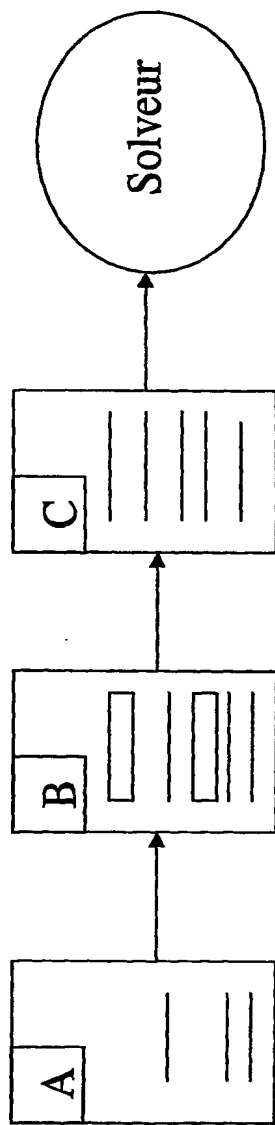


Figure 1

Figure 2

A. Le superviseur constitue un fichier informatique et le remplit de façon partielle.

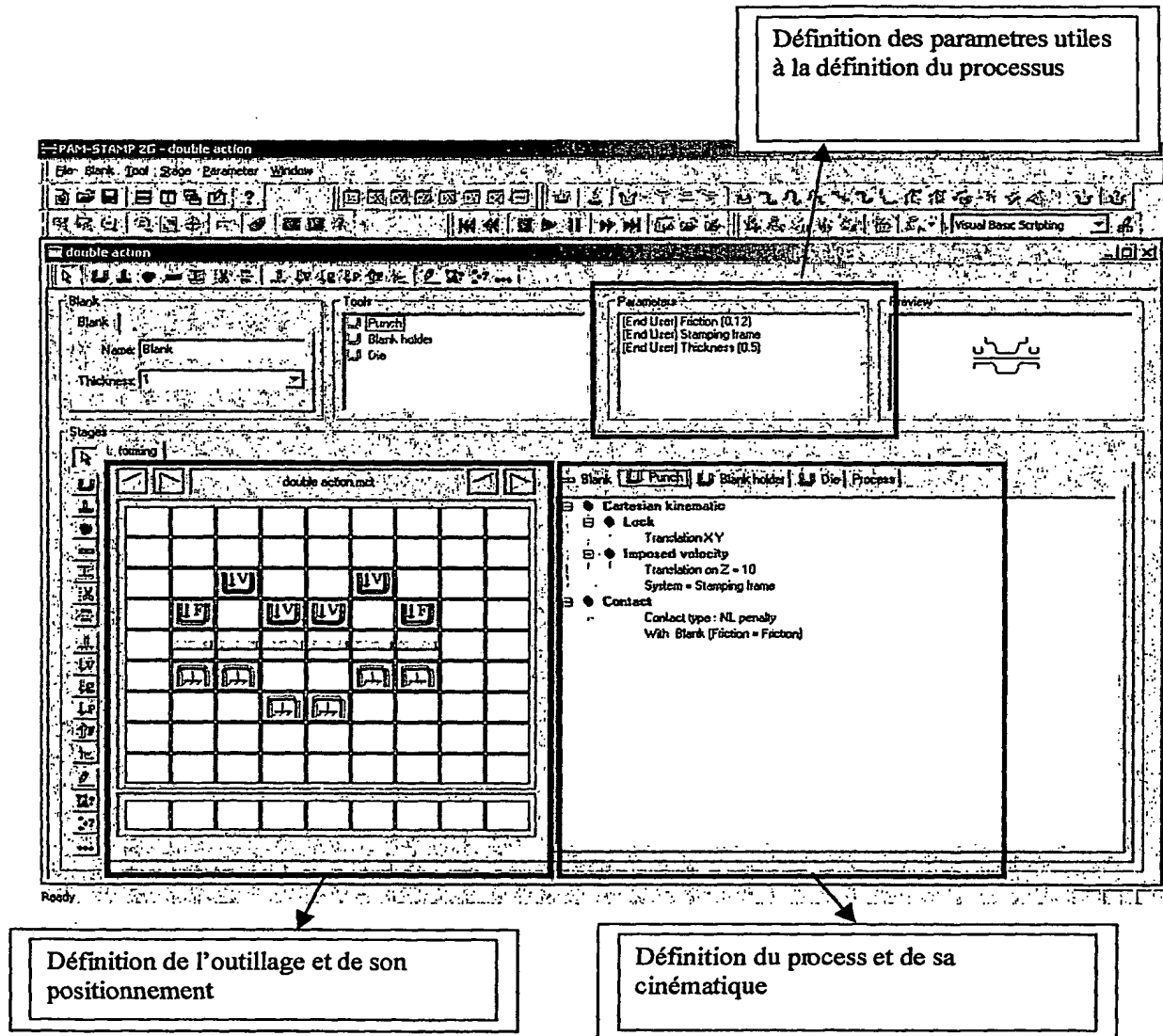


B. L'utilisateur final complète le fichier informatique.

C. Le fichier informatique est fourni au « solveur » pour être traité.

FIGURE 3

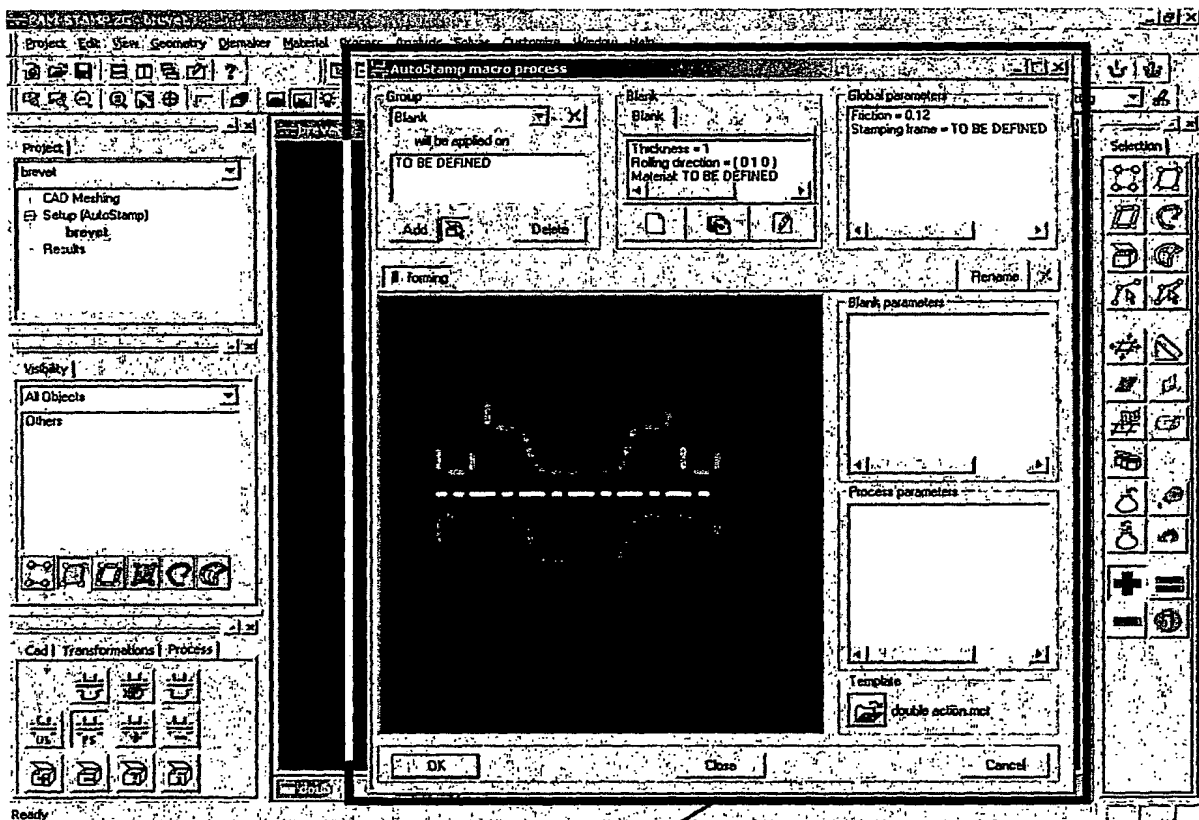
L'application telle que vue par le superviseur, en mode de création d'interface graphique (édition de Macro-commande) à destination de l'utilisateur final



La macro est alors sauvegardée dans un fichier que l'utilisateur pourra importer dans tout projet pour laquelle le type de presse utilisée correspond à celui défini par le superviseur. Le fichier une fois importé se présente sous la forme d'une interface graphique (voir plus bas) permettant à l'utilisateur de compléter les informations manquantes et lancer son calcul

FIGURE 4

L'application telle que vue par l'utilisateur final en vue de préparation de la simulation numérique de son cas d'emboutissage



Interface graphique dédiée créée par le superviseur et importée par l'utilisateur de base en vue de compléter son projet